



Universidad de Sevilla



Facultad de Farmacia

FOTOPROTECCIÓN SOLAR EN LA OFICINA DE FARMACIA



María de la Paz Bautista Borrachero



Universidad de Sevilla



Facultad de Farmacia

**Trabajo Fin de Grado
Grado en Farmacia**

“Fotoprotección solar en la Oficina de Farmacia”

María de la Paz Bautista Borrachero

Sevilla, septiembre de 2019

**Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica
Área de Prácticas Tuteladas**

**Tutora: M^a Ángeles de Rojas Álvarez
Cotutora: Ana Quintero Moreno**

Trabajo Fin de Grado de carácter bibliográfico

RESUMEN

La fotoprotección solar es un tema actual de gran importancia, ya que el Sol está presente a lo largo de toda nuestra vida desde el momento en el que nacemos. La radiación solar se divide en infrarroja (IR), visible y ultravioleta (UV); cada una de ellas se corresponde con una longitud de ondas característica y va a provocar diferentes efectos en el organismo.

Entre estos efectos encontramos algunos beneficiosos y necesarios para la vida, como la activación de la vitamina D; y otros perjudiciales, como el eritema solar, el fotoenvejecimiento e incluso el cáncer de piel, frente a los cuales nos podemos proteger de manera natural o fisiológica y de manera artificial o externa, por ejemplo, mediante el uso de fotoprotectores. Éstos son de uso tópico y contienen filtros solares, unas sustancias capaces de modificar la penetración de las radiaciones solares en la piel. Se pueden clasificar en filtros físicos, químicos o biológicos según su mecanismo de acción.

Algunos fotoprotectores presentan la característica adicional de resistir al agua; en función del tiempo que podamos estar sumergidos sin que pierdan su capacidad protectora se encuentran los resistentes al agua (*water resistant*) o los impermeables al agua (*waterproof*). Y hay otros que son biodegradables y no causan daño a la vida marina.

Tan importante es la fotoprotección solar como la aplicación de un postsolar o *aftersun*, tras la exposición al Sol, que minimizará los efectos perjudiciales del Sol sobre la piel.

Desde la Oficina de Farmacia, el farmacéutico toma un papel muy importante en la educación y asesoramiento del uso racional del Sol y la fotoprotección, aportando consejos y recomendaciones para la protección solar, ya que es uno de los profesionales de la Salud más accesibles a la población.

Palabras clave: fotoprotección, radiación solar, ultravioleta, filtros solares, piel.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Protección natural o fisiológica	6
1.1.1. Síntesis de melanina	6
1.1.2. Engrosamiento de la capa córnea	9
1.1.3. Mecanismos de reparación del ADN	9
1.1.4. Acción de antioxidantes endógenos	9
1.2. Protección artificial o externa	9
2. OBJETIVOS DE LA REVISIÓN	16
3. METODOLOGÍA	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Radiación infrarroja (IR)	17
4.2. Radiación visible	18
4.3. Radiación ultravioleta (UV)	18
4.3.1. UVA	19
4.3.2. UVB	20
4.3.3. UVC	21
4.4. Índice ultravioleta (IUV) solar mundial	21
4.5. Efectos beneficiosos	23
4.5.1. Efecto antirraquítico	23
4.5.2. Efecto antidepresivo	23
4.5.3. Efecto calórico	23
4.5.4. Efecto terapéutico	23
4.6. Efectos perjudiciales	24
4.6.1. Quemadura o eritema solar	24
4.6.2. Insolación	24
4.6.3. Intolerancia al Sol	24
4.6.4. Reacciones de fotosensibilidad	25
4.6.5. Lentigo solar	26
4.6.6. Fotodermatosis idiopáticas	26
4.6.7. Dermatoheliosis o fotoenvejecimiento	27
4.6.8. Melasma	28
4.6.9. Queratosis actínica	28

4.6.10.	Fotocarcinogénesis	28
4.6.11.	Alteraciones oculares	29
4.7.	Tipos de filtros solares	29
4.7.1.	Filtros físicos.....	29
4.7.2.	Filtros químicos.....	30
4.7.3.	Filtros biológicos.....	30
4.8.	Resistencia al agua	30
4.8.1.	<i>Water resistant</i>	31
4.8.2.	<i>Waterproof</i>	31
4.9.	Fotoprotectores biodegradables.....	31
4.10.	Postsolares.....	31
4.11.	Consejos y recomendaciones desde la Oficina de Farmacia	32
5.	CONCLUSIONES	35
6.	BIBLIOGRAFÍA	36

1. INTRODUCCIÓN

La fotoprotección solar es un tema muy importante y que está a la orden del día, ya que el Sol incide en la piel desde el nacimiento aportando efectos tanto beneficiosos como perjudiciales al organismo (Esteva, 2009).

Cada persona posee genéticamente un capital solar específico y limitado, el cual se define como los medios de defensa de la piel contra los efectos perjudiciales del Sol. Dicho capital se va consumiendo al tomar el Sol, y sobre los 50 años se comienza a agotar. (Garrote y Bonet, 2003)

El espectro solar (*figura 1*) es la radiación electromagnética que emite el Sol y llega a la superficie de la Tierra; concretamente es un espectro continuo de emisiones energéticas que recibe diferentes nombres en función de la longitud de onda de la radiación: infrarroja (IR) (780-10000 nm), visible (400-780 nm), ultravioleta A (UVA) (315-400 nm), ultravioleta B (UVB) (280-315 nm) y ultravioleta C (UVC) (200-280 nm) (Garrote y Bonet, 2002; Esteva, 2009; López, 2015). A menor longitud de onda, más energía transmite la radiación. Por tanto, los rayos de longitudes de onda más cortas pueden causar más daño a la piel que los rayos de longitudes de onda más largas (Smijls y Pavel, 2011).

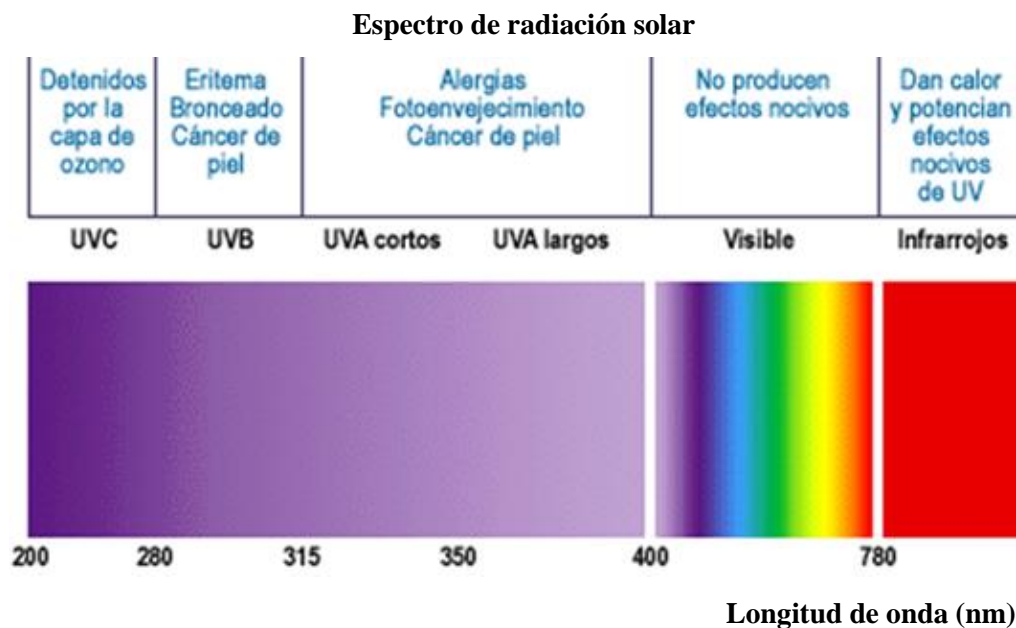


Figura 1: Espectro de radiación solar (Mora, 2010).

Existen dos mecanismos de protección de la piel frente a los efectos perjudiciales del Sol: la protección natural o fisiológica y la protección artificial o externa (Esteva, 2009).

1.1. Protección natural o fisiológica

Consiste en la síntesis de melanina, el engrosamiento de la capa córnea, los mecanismos de reparación del ADN y la acción de antioxidantes endógenos (Bernabéu, 2006).

1.1.1. Síntesis de melanina

Antes de explicar la síntesis de melanina es necesario conocer la estructura de la piel (*figura 2*).

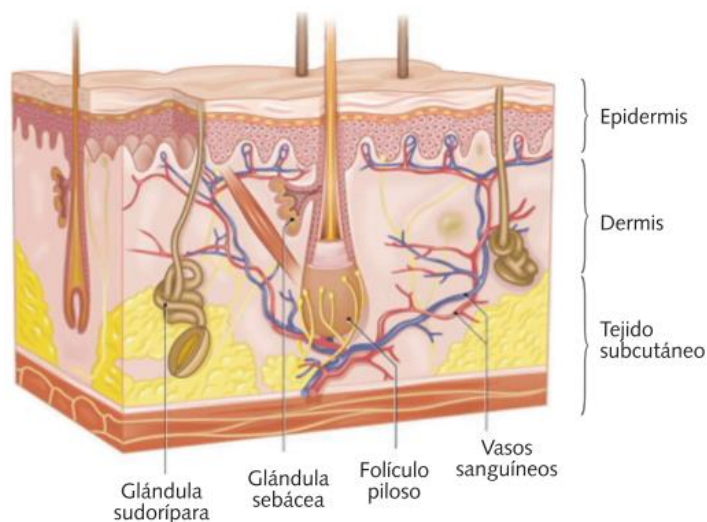


Figura 2: Estructura de la piel en la que se observan sus capas y elementos que contienen (Melero e Ibáñez, 2013).

La piel tiene una estructura compleja formada por 3 capas diferentes: epidermis, dermis e hipodermis o tejido subcutáneo.

- **Epidermis:** es la capa más externa y su grosor varía desde 1 mm en las palmas de las manos y plantas de los pies, hasta 0.1 mm en la cara, párpados y labios. Contiene receptores neuronales del dolor y la temperatura, sin embargo, no contiene vasos sanguíneos ni nervios. Esta capa, a su vez, se divide en 5 estratos: córneo, lúcido, granuloso, espinoso y basal o germinativo.

El estrato córneo es el más superficial, y en él se localizan los melanocitos, que sintetizan la melanina, la cual protege la piel de las radiaciones solares.

- **Dermis:** es una capa fibrosa y su grosor varía desde 0.5 a 3 mm. Es más gruesa en hombres que en mujeres y contiene colágeno, que confiere solidez y elasticidad a la piel. A diferencia de la epidermis, esta capa sí contiene vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas, además de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas y sebáceas. Es la encargada de regular la temperatura corporal.

- Hipodermis o tejido subcutáneo: se encuentra debajo de la dermis en todo el cuerpo a excepción de las palmas de las manos y plantas de los pies. La forman adipocitos, los cuales producen y almacenan grasa. Entre sus funciones se encuentran mantener la temperatura corporal, proteger frente a traumas mecánicos y servir de reserva y depósito de calorías (Melero e Ibáñez, 2013).

Las melaninas son biopolímeros opacos de estructura química compleja presentes en la epidermis de todas las personas; son los principales pigmentos responsables del color normal de la piel y el cabello.

Existen dos tipos de melaninas, las cuales se combinan dando origen al gran espectro de colores y tonalidades de la piel existentes:

- Eumelaninas: responsables de las coloraciones oscuras, contienen azufre y son de color pardo o negro. Aportan una mejor fotoprotección que las feomelaninas porque tienen mayor capacidad para absorber los rayos UV. Predominan en las personas de raza negra o con cabello negro o marrón. Tienen la capacidad de secuestrar electrones y radicales libres generados por la radiación.
- Feomelaninas: responsables de las coloraciones claras, ya que contienen mayor cantidad de azufre que las eumelaninas; son amarillas o rojo-parduzcas. Predominan en las personas de raza blanca, especialmente las que tienen la tez muy clara y cabello rubio o rojizo. A diferencia de las eumelaninas, éstas no protegen frente a los radicales libres, sino que, por el contrario, generan especies reactivas de oxígeno (ERO) al captar fotones UV (Marín y del Pozo, 2005; Pons, 2006).

Una de sus funciones es dar color a la piel y el cabello: cada persona posee genéticamente una pigmentación determinada por la cantidad y tipo de melanina.

Además nos protegen de manera natural frente al Sol: son capaces de dispersar y bloquear de manera física los rayos UV, convertir la energía que absorben en calor y hacer que los rayos UV y los de la luz visible penetren menos en la piel. A mayor grosor y pigmentación más oscura de la piel, más fotoprotección aportarán las melaninas (Marín y del Pozo, 2005; Bernabéu, 2006; Jansen et al., 2013).

La síntesis de melanina (*figura 3*) es la principal respuesta fotoprotectora fisiológica de la piel. Es un mecanismo complejo regulado por la luz UV, estímulos hormonales y factores genéticos. Tiene lugar en los melanocitos que, como se ha mencionado anteriormente, se encuentran en el estrato córneo de la epidermis. Éstos son células especializadas que producen melanosomas (feomelanosomas y eumelanosomas), en los cuales tienen lugar una serie de reacciones

químicas que parten de la tirosina y que finalizan en la producción de eumelanina y feomelanina. Cuando los melanosomas están llenos de melaninas se distribuyen entre los queratinocitos vecinos, que migran hacia la capa más superficial de la piel mediante un proceso llamado recambio epidérmico (Azcona, 2003; Marín y del Pozo, 2005; Gómez, 2008).

La diferencia entre la raza blanca y la negra es que en la primera los melanosomas son degradados por lisosomas cuando se transfieren a los queratinocitos, a diferencia de la raza negra, en la cual los melanosomas no se degradan, conservándose las melaninas hasta la capa más superficial de la piel (Azcona, 2003).

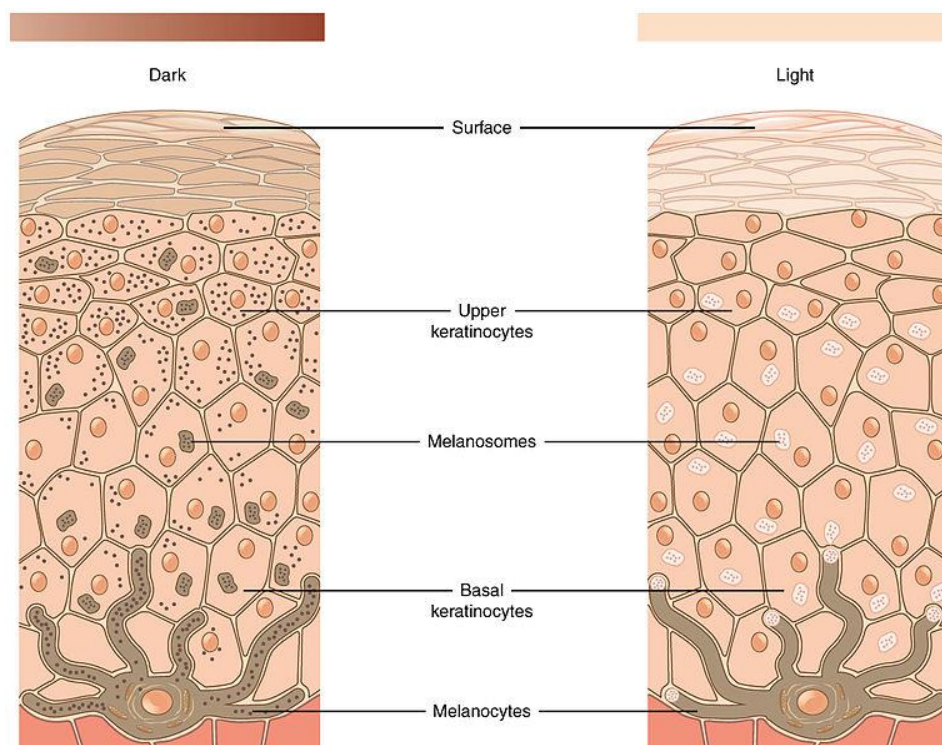


Figura 3: Síntesis de melanina y recambio epidérmico en la piel oscura y la clara (OpenStax College, 2013).

La piel bronceada es el resultado visible de la síntesis de melanina, y se cree que reduce el daño producido por la luz en el ADN y que otorga un Factor de Protección Solar (FPS) entre 2 y 4 (Gilaberte y González, 2010).

Existen dos tipos de bronceado:

- Bronceado inmediato o pigmentación inmediata: es inducido por los rayos UVA y se inicia a los 30 minutos de la exposición, pero se atenúa en pocas horas, ya que es producto de la oxidación de la melanina.

- Bronceado tardío o pigmentación tardía: es inducido por los rayos UVB y, aunque se inicia a los 2-3 días de la exposición, es más duradero que el anterior, ya que es el resultado de una mayor actividad de la tirosinasa, que conduce a la síntesis de nueva melanina, y permanece durante semanas (Esteva, 2009; Divins, 2013; Jansen et al., 2013).

1.1.2. Engrosamiento de la capa córnea

Es la capa más superficial de la epidermis y actúa como barrera frente a las agresiones externas, entre las que se encuentran las radiaciones solares. Evita que éstas atraviesen la piel aumentando de grosor. Y protege de las radiaciones mediante el ácido urocánico, una sustancia que actúa como filtro natural y que es secretado por las glándulas sudoríparas (Bernabéu, 2006; González, 2006).

1.1.3. Mecanismos de reparación del ADN

Las radiaciones solares pueden producir graves daños genéticos llegando a causar mutaciones en el ADN. Por ello nuestro organismo dispone de importantes mecanismos para reparar el ADN dañado (Bernabéu, 2006).

1.1.4. Acción de antioxidantes endógenos

Las radiaciones UVA y UVB provocan la liberación de ERO, que en el organismo actúan como oxidantes. Los antioxidantes fisiológicos cutáneos ofrecen fotoprotección a la piel de manera endógena. Para minimizar los daños de estas radiaciones tiene lugar un doble proceso enzimático antioxidante, en el cual la enzima superóxido dismutasa (SOD) convierte los radicales libres en peróxido de hidrógeno (H_2O_2), a la vez que éste es convertido en agua (H_2O) mediante la enzima catalasa (Pons, 2006).

Cuando la exposición al Sol es incontrolada, sin protección y demasiado prolongada o intensa, estos mecanismos naturales son insuficientes para evitar daños graves en la piel. Para poder ampliar el tiempo de exposición sin que las estructuras cutáneas sufran alguna lesión, se recurre a la protección artificial o externa (Divins, 2011).

1.2. Protección artificial o externa

Este tipo de protección engloba los elementos que actúan como barrera entre el Sol y la persona; se basa en evitar la exposición solar, el uso de vestimenta adecuada, gorros, gafas de sol y sombrillas, y el empleo de fotoprotectores (Esteva, 2009; Divins, 2015).

Se ha de evitar, en la medida de lo posible, la exposición solar entre las 11 y 16 horas, ya que es cuando el Sol se encuentra en su punto más alto en el cielo, la distancia que recorren los rayos solares dentro de la atmósfera es más corta y, consecuentemente, la intensidad de la radiación UV es mayor (a menor ángulo en la incidencia de los rayos solares, más intenso es el efecto). Durante dichas horas se recibe el 60% de la radiación diaria (Garrote y Bonet, 2008; Alcalde, 2012).

El uso de vestimenta adecuada comprende utilizar prendas que proporcionen la mayor protección UV posible: la seda y el poliéster son preferibles al algodón y el lino, los colores oscuros mejor que los claros y las prendas secas protegen más que las mojadas (Alcalde, 2012). Esto ha de complementarse con la utilización de gafas de sol y de gorros, gorras o sombreros, los cuales ofrecen fotoprotección variable: si son de ala ancha (7.5 cm) ofrecen hasta un FPS 7 en el rostro, y si son de ala estrecha proporcionan un FPS de hasta sólo 1.5 (Jansen et al., 2013).

Las sombrillas nos protegen de las radiaciones solares porque dan sombra, pero hay que tener en cuenta que sólo filtran el 50% de dichas radiaciones. Ésta es una de las razones por las que aunque la piel no esté expuesta de manera directa al Sol es necesario el uso de fotoprotectores (Alcalde, 2012).

Los fotoprotectores son lociones, geles, cremas, aerosoles u otros tópicos que contienen filtros solares capaces de modificar la penetración en la piel de la radiación UVB, UVA e IR protegiendo de sus efectos nocivos. El FPS se suele utilizar para medir la potencia de dichos filtros (Garrote y Bonet, 2002; Martín-Aragón, 2005).

Inicialmente se desarrollaron con la finalidad de evitar el eritema o quemadura solar en la piel, pero actualmente existe evidencia de que protegen frente a los efectos dañinos de la radiación UV, tanto los agudos, entre los que se encuentra la formación de ERO; como los crónicos, destacando el cáncer de piel (Gilaberte y González, 2010; Sambandan y Ratner, 2011).

El FPS refleja el grado de protección de un filtro solar e indica el tiempo que se puede prolongar la exposición al Sol sin riesgo de eritema en la piel respecto a si no se hubiera empleado el fotoprotector; y la capacidad del fotoprotector para proteger frente a la radiación UVB. Se expresa mediante un número cuyo valor es directamente proporcional a la protección que aporta frente a la radiación solar (Garrote y Bonet, 2002; Esteva 2005; Esteva, 2009).

Se distinguen así cuatro categorías de FPS:

- Protección baja (FPS 6 o 10)
- Protección media (FPS 15, 20 o 25)
- Protección alta (FPS 30 o 50)
- Protección muy alta (FPS mayor de 60. En la etiqueta figura 50+) (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006).

En términos técnicos el FPS se define como el cociente entre la dosis eritematológica mínima (DEM) en una piel protegida por un producto de protección solar y la DEM en la misma piel sin proteger. La DEM es la cantidad de energía necesaria para generar un eritema (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006).

Actualmente, para determinar el FPS de un fotoprotector, en Europa se emplea el método COLIPA, que se basó en el método DIN alemán y en el de la FDA estadounidense. Consiste en valorar entre 10 y 20 voluntarios de fototipos diferentes (como mínimo del I, II y III), a los que se les expone a dosis crecientes de radiación UV (perfectamente definidas en cuanto a su espectro de longitud de onda e intensidades relativas). La superficie utilizada para ello es la espalda, en la cual hay zonas sin proteger, zonas protegidas por un fotoprotector de referencia con FPS conocido y estandarizado, y zonas con el producto a valorar. La lectura de los resultados se realiza cuando el eritema llega a su punto máximo, a las 24 horas de la radiación UV (Esteve, 2005; Batlle, 2005).

El método COLIPA es un ensayo in vivo y es el de referencia, pero también existen métodos in vitro que aportan resultados equivalentes (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006).

Pero determinar sólo el FPS no es suficiente, ya que los fotoprotectores deben aportar protección también frente a los rayos UVA e IR.

El factor de protección UVA se define como el cociente entre la dosis mínima de UVA necesaria para inducir un oscurecimiento pigmentario persistente en la piel protegida por un fotoprotector y la dosis mínima de UVA necesaria para inducir el oscurecimiento mínimo de la misma piel sin proteger. Dicho factor se obtiene mediante la aplicación del ensayo de oscurecimiento pigmentario persistente modificado y debe ser al menos 1/3 del FPS (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006).

Respecto a la radiación IR, actualmente no existe ningún método estandarizado para medir la protección frente a ella. Además, hasta el momento, no hay evidencia de ninguna molécula

capaz de absorber dicha radiación; por lo que la única manera de que un fotoprotector proporcione protección IR es que combine filtros físicos, que bloquean la radiación IR en la superficie de la piel, y moléculas antioxidantes, que neutralizan las ERO generadas por esta radiación en el interior de la piel (Gilaberte y González, 2010; Alcalde, 2012).

El FPS indica cuánto tiempo, un protector solar, aumenta la capacidad de defensa natural de la piel frente al eritema (causado por la radiación UVB). Pero no todas las personas tienen el mismo tipo de piel, por ello existe una escala creada por Fitzpatrick (1975) en la cual se clasifican los 6 fototipos (*tabla 1*), que van del color de piel más claro (I) al más oscuro (VI) (*figura 4*) (González, 2003; Divins, 2004; Divins, 2015).

El fototipo es la capacidad innata que tiene cada persona de adaptarse al Sol (capacidad para producir melanina), y engloba el conjunto de características que determinan el perfil pigmentario; es decir, si una piel se broncea o no, y cómo y en qué grado lo hace (Garrote y Bonet, 2002, Marín y del Pozo, 2005).

FOTOTIPO	QUEMADURAS SOLARES Y BRONCEADO (DEFINE EL FOTOTIPO)	COLOR CONSTITUTIVO (ZONAS NO EXPUESTAS)	PIGMENTACIÓN INMEDIATA	PIGMENTACIÓN TARDÍA
I	Se quema fácilmente Nunca se broncea	Blanco marfil	Ninguna (-)	Ninguna (-)
II	Se quema fácilmente Se broncea mínimamente con dificultad	Blanco	Débil (\pm a +)	Mínima a débil (\pm a +)
III	Se quema moderadamente Se broncea moderada y uniformemente	Blanco	Clara +	Escasa +
IV	Se quema mínimamente Se broncea moderada y fácilmente	Beige oliva Ligeramente bronceado	Moderada ++	Moderada ++
V	Se quema raramente Se broncea abundantemente	Marrón moderado o bronceado	Intensa (marrón) +++	Intensa (marrón oscuro) +++
VI	Nunca se quema Se broncea abundantemente	Marrón oscuro o negro	Intensa (marrón oscuro) +++	Intensa (marrón oscuro) +++

Tabla 1: Fototipos de piel de Fitzpatrick (adaptada de Sachdeva, 2009).



Figura 4: Coloración de los diferentes Fototipos (Díaz, 2006).

Las personas con menor número de fototipo poseen menor capacidad de adaptación solar, por tanto contrarrestan en menor medida los efectos de las radiaciones solares en la piel (*tabla 2*), se queman más fácilmente, tienen menor capacidad para broncearse y son más susceptibles a sufrir cáncer de piel (Marín y del Pozo, 2005; Young, Claveau, y Rossi, 2017).

FOTOTIPO	COLOR DE PIEL (NO EXPUESTA)	SUSCEPTIBILIDAD A LAS QUEMADURAS SOLARES	CAPACIDAD DE BRONCEADO	SUSCEPTIBILIDAD AL CÁNCER DE PIEL
I	Blanco	Muy rápidamente	Nunca se broncea	Muy alta
II	Blanco	Rápidamente	Se broncea mínimamente	Muy alta
III	Blanco	Moderadamente	Se broncea medianamente	Alta
IV	Oliva	A veces	Se broncea fácilmente	Moderada
V	Marrón	Raramente	Se broncea fácil y sustancialmente	Baja
VI	Negro/marrón oscuro	Nunca/raramente	Se broncea rápido y abundantemente	Baja

Tabla 2: Tipos de piel y respuesta a la radiación ultravioleta según Fitzpatrick (adaptada de Young, Claveau, y Rossi, 2017).

Para saber a que fototipo se pertenece se puede relizar un test que incluye preguntas sobre la disposición genética (*tabla 3*), la reacción a la exposición solar (*tabla 4*) y los hábitos de bronceado (*tabla 5*). El resultado (*tabla 6*) de dicho test es un valor numérico que se corresponde con uno de los 6 fototipos (Sachdeva, 2009).

DISPOSICIÓN GENÉTICA

PUNTUACIÓN	0	1	2	3	4
¿Cuál es el color de tus ojos?	Azul claro, gris o verde	Azul, gris o verde	Azul	Marrón oscuro	Negro parduzco
¿Cuál es el color natural de tu pelo?	Rojo arenoso	Rubio	Castaño/rubio oscuro	Marrón castaño	Negro
¿Cuál es el color de tu piel en las áreas no expuestas?	Rojiza	Muy pálida	Beige pálido	Marrón claro	Marrón oscuro
¿Tienes pecas en las áreas no expuestas?	Muchas	Varias	Pocas	Fortuitas	Ninguna

Tabla 3: Preguntas sobre la disposición genética (adaptada de Sachdeva, 2009).

REACCIÓN A LA EXPOSICIÓN SOLAR

PUNTUACIÓN	0	1	2	3	4
¿Qué sucede cuando permaneces en el Sol demasiado tiempo?	Enrojecimiento doloroso, ampollas, descamación	Ampollas seguidas de descamación	Quemaduras a veces seguidas de descamación	Quemaduras raramente	Nunca tengo quemaduras
¿Hasta qué punto te bronceas?	Apenas o nada	Bronceado de color claro	Bronceado razonable	Bronceado muy fácilmente	Se vuelve marrón oscuro rápidamente
¿Mantienes el bronceado varias horas después de la exposición al Sol?	Nunca	Raramente	A veces	A menudo	Siempre
¿Cómo reacciona tu cara frente al Sol?	Muy sensible	Sensible	Normal	Muy resistente	Nunca tengo problemas

Tabla 4: Preguntas sobre la reacción a la exposición solar (adaptada de Sachdeva, 2009).

HÁBITOS DE BRONCEADO

PUNTUACIÓN	0	1	2	3	4
¿Cuándo fue la última vez que expusiste tu cuerpo al Sol (a lámparas de UV/autobronceadores)?	Hace más de 3 meses	Hace 2-3 meses	Hace 1-2 meses	Hace menos de 1 mes	Hace menos de 2 semanas
¿Alguna zona expuesta al Sol ha necesitado un posterior tratamiento?	Nunca	Casi nunca	A veces	A menudo	Siempre

Tabla 5: Preguntas sobre los hábitos del bronceado (adaptada de Sachdeva, 2009).

PUNTUACIÓN PARA EL TIPO DE PIEL	TIPO DE PIEL DE FITZPATRICK	DESCRIPCIÓN
0-7	I	Muy sensible a la luz solar
8-16	II	Sensible a la luz solar
17-25	III	Sensibilidad normal a la luz solar
26-30	IV	La piel tiene tolerancia a la luz solar
Más de 30	V-VI	La piel es oscura o negra y su tolerancia es muy alta

Tabla 6: Puntuación total y descripción correspondiente a cada tipo de piel según Fitzpatrick (adaptada de Marín y del Pozo, 2005; Sachdeva, 2009).

El fototipo da una idea del fotoprotector que se debe utilizar, pero también se deben tener en cuenta otros factores, entre los que se encuentran las condiciones climáticas, las alergias, las quemaduras sufridas anteriormente etc. Por lo tanto, el FPS se debe seleccionar en función de la sensibilidad individual y el índice UV que haya en el momento y lugar en el que se vaya a realizar la exposición solar (Kindl, 2004; Bernabéu, 2007).

Numerosos estudios han demostrado que los protectores solares tópicos no pueden garantizar una fotoprotección segura y completa, ya que las personas se suelen aplicar menos dosis (2 mg/cm²) de la que se emplea en la determinación del FPS por el método COLIPA; además tras aplicarlos se pueden ver afectados por el sudor, el roce o el agua. Esto implica que el FPS alcanzado realmente se encuentre entre el 20% y el 50% del etiquetado. Por esta razón, como coadyuvante frente a la radiación solar, se han desarrollado los fotoprotectores orales (Gilaberte y González, 2010; Young, Claveau, y Rossi, 2017).

Tal y como se ha indicado anteriormente, los fotoprotectores contienen filtros solares que protegen la piel de la radiación UV absorbiéndola, dispersándola o reflejándola. Su clasificación se puede realizar desde diferentes perspectivas:

- Según su naturaleza: orgánicos o inorgánicos.
- Según su origen: químicos, minerales o biológicos.
- Según su mecanismo de acción: físicos, químicos o biológicos. Esta será la clasificación que se desarrollará en el punto 4.7 (Garrote y Bonet, 2002; COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006).

2. OBJETIVOS DE LA REVISIÓN

Anteriormente a los años 20 el bronceado era diferenciador de las clases sociales: la piel blanca simbolizaba salud, pureza y riqueza, mientras que el bronceado era característico de la clase trabajadora. Sin embargo, actualmente estar bronceado es moda, y la exposición al Sol para lucir moreno es cada vez más frecuente. Esto ha llevado a que los efectos nocivos causados por la radiación solar sean cada vez más comunes y vayan en aumento.

En este sentido, el objetivo del presente trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre el estudio de las lesiones de la piel causadas por el efecto solar y sobre la fotoprotección, todo ello enfocado desde el punto de vista del profesional farmacéutico en la Oficina de Farmacia.

3. METODOLOGÍA

La estrategia de búsqueda de la bibliografía utilizada se ha basado primeramente en el empleo de las bases de datos *Web of Science* y Dialnet, a las cuales se ha accedido mediante el catálogo de la biblioteca de la Universidad de Sevilla (FAMA).

Además, al utilizar el gestor de referencias bibliográficas “Mendeley”, se han obtenido varios artículos de interés como sugerencias del propio programa.

Por último, tras asistir, en junio de 2019, a una jornada titulada “¿Realmente sabes todo sobre Protección Solar?”, en el Real e Ilustre Colegio de Farmacéuticos de Sevilla, se han buscado artículos concretos basándose en las referencias bibliográficas de las comunicaciones orales que se expusieron. Las referencias correspondientes a textos electrónicos y a informes técnicos fueron aconsejadas en estas jornadas.

Las palabras clave utilizadas fueron “*sunscreen*”, “*photoprotection*”, “*phototypes*” en *Web of Science*, y “fotoprotector”, “melanina”, “radiación solar” en Dialnet. En ambas bases de datos se seleccionaron los artículos y revisiones más recientes que contenían información de utilidad para la realización del trabajo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de cada una de las radiaciones solares que llega a la superficie terrestre y penetra en las diferentes capas de la piel (*figura 5*) es:

- Un 49.5% de radiación IR (780-10000nm)
- Un 44.3% de radiación visible (400-780 nm)
- Un 5.9% de radiación UVA (315-400 nm)
- Un 0.3% de radiación UVB (280-315 nm) (Font, 2001).

El mayor porcentaje lo constituyen la radiación IR y la visible, representando así la UV sólo algo más de un 6%. Pero a pesar de ser la menos representada, es la que puede provocar los efectos más dañinos sobre la salud de las personas (Garrote y Bonet, 2002).

Sólo las radiaciones con longitud de onda superior a 280 nm alcanzan la superficie de La Tierra, ya que las de longitud de onda inferior son más energéticas e incompatibles con la vida en nuestro planeta, y son absorbidas por la capa de ozono (Divins, 2002; González, 2006).

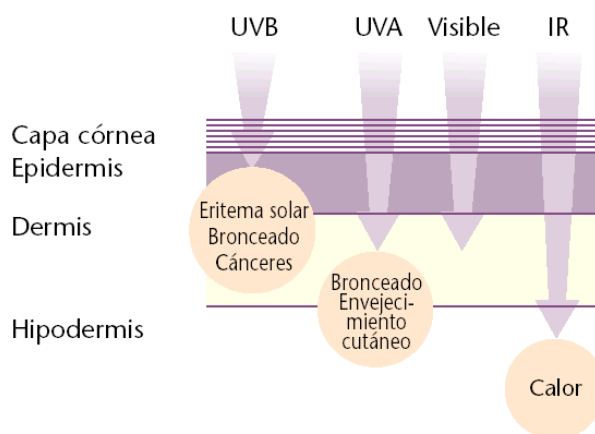


Figura 5: Radiaciones solares que penetran en la piel y sus principales efectos (Refresh Medical Center, 2018).

4.1. Radiación infrarroja (IR)

La radiación IR (780-10000 nm) se divide en tres tipos:

- IRA (780-1400 nm).
- IRB (1400-3000 nm).
- IRC (3000-10000 nm).

La IRB y la IRC son absorbidas casi en su totalidad por la atmósfera, pero una gran parte de la IRA alcanza la superficie terrestre (Magaluf, 2004).

Prácticamente la mitad de la radiación que llega desde el Sol es IR. Su elevada longitud de onda indica que tiene un bajo poder energético, pero a pesar de ello posee un alto poder de penetración en la piel, ya que la atraviesa hasta la tercera capa (hipodermis). Penetra de manera más profunda que la radiación UVA y UVB.

Los efectos asociados a su exposición son: sensación de calor, aumento de temperatura y enrojecimiento de la piel, ya que produce vasodilatación. Si la exposición es excesiva, pueden aparecer síntomas eritemáticos y deshidratación cutánea. Además estas radiaciones generan ERO, y pueden potenciar el envejecimiento de la piel y acelerar los efectos negativos de las radiaciones UVA y UVB.

Pero la radiación IR también proporciona efectos positivos, ya que estimula la circulación sanguínea e interviene en la termorregulación y la sudoración, fenómeno mediante el cual el organismo secreta ácido urocánico, que actúa como un protector natural frente a la radiación solar (Garrote y Bonet, 2002; González, 2003; Bernabéu, 2007; Esteva, 2009; Alcalde, 2012).

4.2. Radiación visible

La radiación, o luz, visible se sitúa entre la IR y la UV, y penetra en la piel, al igual que la radiación IR, hasta la hipodermis. No tiene efectos perjudiciales sobre la piel, pero puede estimular la aparición de reacciones de fototoxicidad y fotoalergia en presencia de ciertas sustancias, además de potenciar los efectos adversos de otras radiaciones (Garrote y Bonet, 2002; Bernabéu, 2007).

Abarca todas las longitudes de onda (400-780 nm) capaces de estimular los fotorreceptores de la retina, presentes en los ojos, dando lugar a la sensación visual. Cada longitud de onda corresponde a un color (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta) y al sumarlas todas se obtiene el color blanco. Cuando llegan a la superficie terrestre, una parte de estas radiaciones se absorbe y otra parte se refleja en el cielo y en el paisaje (personas, animales, objetos etc). Por lo tanto se puede afirmar que la luz visible tiene un efecto luminoso y que permite percibir los colores (Magaluf, 2004; Bernabéu, 2007; Esteva, 2009).

4.3. Radiación ultravioleta (UV)

De las radiaciones solares que llegan a la superficie terrestre, la radiación UV es la que posee menor longitud de onda (200-400 nm) y poder penetrante, pero es la de mayor energía. Ésta se divide en UVA, UVB y UVC. La radiación UVC no atraviesa la capa de ozono, por lo que no

alcanza la superficie terrestre; pero un 97% de la radiación UVA y un 3% de la UVB sí que lo consiguen. Por ello, los efectos cutáneos dañinos de la exposición a los rayos UV se atribuyen a la radiación UVA y UVB (Garrote y Bonet, 2002; Azcona, 2003; Jansen et al., 2013).

La radiación UV tiene efectos perjudiciales para la salud, ya que actúa en las proteínas, los ácidos nucleicos y el ADN, además genera daños oculares, cuyos síntomas no son inmediatos porque es un daño acumulativo proporcional al tiempo de exposición. Pero debido a que su poder penetrante es bajo, sólo actúan a nivel epitelial y ocular (Magaluf, 2004; Bernabéu, 2007).

Sin embargo, una exposición excesiva a la radiación UVA y UVB afecta al sistema inmunitario corporal y puede desencadenar en mutaciones e inestabilidad genética. Además éstas radiaciones pueden originar ERO, llamadas también «radicales libres», cuya acción está implicada en el fotoenvejecimiento, el cáncer cutáneo y gran cantidad de fotodermatosis (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006; González, 2006; Sambandan y Ratner, 2011).

A pesar de lo anteriormente citado, es destacable el efecto terapéutico que la radiación UV ejerce sobre algunas enfermedades cutáneas, como la psoriasis, la dermatitis atópica y la ictericia del recién nacido (González, 2006).

A continuación se describen los diferentes tipos de radiación UV:

4.3.1. UVA

Es la radiación UV que penetran más profundamente la piel, ya que llega hasta la dermis. Se encuentra entre longitudes de onda de 315-400 nm, y se subdivide en:

- UVA cortos (315-340 nm) o UVA2: alcanzan la dermis superficial y generan alergias, radicales libres (que pueden alterar el ADN y originar cáncer cutáneo) y fotoenvejecimiento.
- UVA largos (340-400 nm) o UVA1: llegan hasta la dermis profunda y contribuyen a la pérdida de firmeza y el fotoenvejecimiento (Martín-Aragón, 2005; Bernabéu, 2007; Jansen et al., 2013).

A pesar de ser la que mayor poder de penetración posee, tiene escasa capacidad de producir quemaduras, pero tiene otros efectos tanto inmediatos como tardíos. Entre los inmediatos se encuentra la pigmentación directa de la piel que se atenúa a las pocas horas de la exposición (González, 2003).

La mayoría de sus efectos sobre la piel son acumulativos y, a largo plazo, puede causar:

- Fotosensibilización.
- Alteraciones cutáneas que participan en la carcinogénesis: genera ERO en exceso que daña el ADN y tiene la capacidad de alterar genes de supresión tumoral, como el p53.
- Envejecimiento prematuro de la piel (fotoenvejecimiento): altera la vascularización de la dermis y produce cambios en el colágeno, lo cual conduce a la aparición de arrugas, marcas y manchas de edad en la piel.
- Daño ocular, a pesar de que menos del 1% de la radiación alcanza la retina, ya que la córnea y el cristalino actúan como filtros y la absorben (Garrote y Bonet, 2002; Azcona, 2003; Magaluf, 2004; Azcona, 2005; COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006; López, 2015).

Es la radiación más peligrosa, ya que es capaz de atravesar cristales y no genera síntomas. Además su intensidad es constante durante todo el día, por lo que el grado de exposición a ella es siempre el mismo (Azcona, 2005; Martín-Aragón, 2005).

4.3.2. UVB

La radiación UVB se encuentra entre longitudes de onda de 280-315 nm y tiene menor poder de penetración que la UVA, llegando sólo hasta la epidermis (Bernabéu, 2007).

Entre sus efectos beneficiosos se encuentran el engrosamiento del estrato córneo y la activación de la producción de melanocitos, que provoca la pigmentación tardía de la piel, lo que se conoce como el bronceado verdadero (Divins, 2013).

Es la principal responsable de las quemaduras solares (eritemas), cuya manifestación puede ir desde un ligero enrojecimiento de la piel hasta su descamación o la aparición de ampollas. Tiene la capacidad de alterar el ADN celular (mediante la formación de dímeros de timidina), por lo que está implicada en la aparición de cánceres cutáneos. Y provoca fotoinmunosupresión en la zona afectada por la radiación y en todo el organismo de manera general (González, 2003; COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006; González, 2006; Pons, 2006; López, 2015).

Al igual que la radiación UVA, puede provocar daños oculares, sobre todo si el ojo ha sufrido algún daño. Sin embargo, la córnea y el cristalino la absorben íntegramente y no llega a afectar a la retina (Magaluf, 2004).

Pero a diferencia de la anterior, no atraviesa cristales, ya que el vidrio la bloquea. Y su intensidad varía a lo largo del día y del año, alcanzando su máximo en verano entre las 11 y 16 horas (Garrote y Bonet, 2002; Martín-Aragón, 2005).

4.3.3. UVC

De las radiaciones UV, la UVC es la menos penetrante (llega hasta la epidermis), ya que se encuentra entre longitudes de onda de 200-280 nm. Potencialmente es la más dañina debido a su gran energía, pero es absorbida por el ozono y el oxígeno, y no alcanza la superficie terrestre. Pero hay que tener en cuenta que existen luces artificiales que producen esta radiación y que puede penetrar las capas externas de la piel (González, 2006; Bernabéu, 2007; Divins, 2013).

En las zonas donde la capa de ozono es más frágil puede llegar a la Tierra y potenciar los efectos adversos de la radiación UVA y UVB, además de causar eritema y cáncer de piel (Azcona, 2005; Bernabéu, 2007).

4.4. Índice ultravioleta (IUV) solar mundial

El índice UV (IUV) solar mundial es una medida de la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre. Se mide por un sistema acordado internacionalmente, por lo que es una medida armonizada, y los valores que se registran en España deben ser interpretados igual en todo el mundo. El IUV tiene un valor mínimo teórico de 0 y no tiene valor máximo; a mayor valor, más alta es la probabilidad de que haya lesiones cutáneas y oculares, y menor es el tiempo que tardan en producirse.

La intensidad de la radiación UV y, por lo tanto, el valor del IUV depende de:

- La altura del Sol: a mayor altura del Sol, más intensa es la radiación UV.
- La latitud: cuanto más cerca del ecuador, más intensa es la radiación UV.
- La nubosidad: cuando no hay nubes, la intensidad de la radiación UV es máxima.
- La altitud: a mayor altitud la atmósfera es más delgada y la intensidad de la radiación UV aumenta.
- El ozono: es muy importante porque absorbe parte de la radiación UV antes de que llegue a la superficie terrestre.
- La reflexión por el suelo: existen diferentes superficies que reflejan la radiación UV. La nieve refleja un 80%, la arena seca un 15%, y la espuma del mar un 25% (OMS, OMM, PNUMA, ICNIRP, 2003; Garrote y Bonet, 2008)

Los valores del IUV se dividen en categorías de exposición (*figura 6*), que orientan sobre el FPS que se debe utilizar. Si el IUV llega a 3 será necesaria la aplicación de medidas de protección solar (*figura 7*). En la web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) se puede consultar dicho valor para cualquier punto de España y todos los días del año (OMS, OMM, PNUMA, ICNIRP, 2003; Kindl, 2004).

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Figura 6: Categorías de exposición para los diferentes valores del IUV (OMS, OMM, PNUMA, ICNIRP, 2003).

El IUV es una buena herramienta para valorar el riesgo de la radiación UV, que se puede utilizar para aumentar el grado de concienciación de la población sobre los riesgos de la sobreexposición a la radiación UV y advertir de que es necesario adoptar medidas de protección cuando vaya a existir una exposición a ella (OMS, OMM, PNUMA, ICNIRP, 2003; Kindl, 2004).



Figura 7: Sistema de protección solar recomendado (OMS, OMM, PNUMA, ICNIRP, 2003).

La exposición a las radiaciones solares desencadena ciertos procesos biológicos y químicos en el organismo que son necesarios para mantener una salud adecuada. Pero dicha exposición debe ser moderada y siempre adoptando las medidas de protección apropiadas, de manera que se pueda establecer un equilibrio adecuado entre los efectos beneficiosos y los perjudiciales derivados de la radiación solar (Bernabéu, 2006; Divins, 2015).

4.5. Efectos beneficiosos

Los efectos positivos que aporta el Sol son: antirraquítico, antidepresivo, calórico y terapéutico.

4.5.1. Efecto antirraquítico

La vitamina D es esencial para la salud ósea porque protege de la osteoporosis y evita la osteomalacia. El ser humano la ingiere en forma de precursores, ya que no puede hacerlo directamente. El Sol hace posible la transformación de dichos precursores en vitamina D activa, cuyas necesidades se ven cubiertas con una exposición de 10 a 15 minutos en cara, brazos o piernas unas 2 o 3 veces a la semana (Garrote y Bonet, 2003; González, 2006; López, 2015).

4.5.2. Efecto antidepresivo

La radiación solar aporta energía y vitalidad, ya que estimula la síntesis de neurotransmisores cerebrales que intervienen en la mejora del estado de ánimo, lo que conlleva a una sensación de bienestar (Divins, 2015; López, 2015).

4.5.3. Efecto calórico

La radiación IR tiene la capacidad de estimular la circulación al dilatar los vasos sanguíneos, y ejerce un efecto termorregulador, ya que eleva la temperatura corporal y participa en la sudoración. Además facilita la formación de hemoglobina y puede fomentar una disminución de la presión sanguínea (Garrote y Bonet, 2003; Bernabéu, 2006, Divns, 2015).

4.5.4. Efecto terapéutico

Ciertas enfermedades y lesiones cutáneas pueden mejorar con la radiación UV. Tal es el caso de la psoriasis, la dermatitis atópica o la ictericia del recién nacido. Además refuerza el sistema inmunitario (Garrote y Bonet, 2003; González, 2006; Divins, 2015).

Todos estos efectos son beneficiosos y necesarios, por lo que no se debe considerar al Sol como un enemigo absoluto, pero aun así no hay que olvidar que la exposición solar excesiva puede propiciar ciertos efectos perjudiciales (Bernabéu, 2006).

4.6. Efectos perjudiciales

A corto plazo puede parecer que la piel no sufre a causa de las radiaciones solares, pero los efectos del Sol son acumulativos y, a largo plazo, un exceso de radiación sin la protección adecuada puede generar graves consecuencias para la salud, que a veces son irreversibles (Divins, 2011).

Los efectos perjudiciales derivados de la exposición solar son los siguientes:

4.6.1. Quemadura o eritema solar

Las quemaduras solares están causadas principalmente por un exceso de exposición a la radiación UVB y, en menor medida, a la radiación UVA2.

Inicialmente se genera un eritema (enrojecimiento) en la piel, que pasa a edema y posteriormente se observan signos inflamatorios y la formación de vesículas ampollas, las cuales suelen evolucionar y generar descamación de la piel.

El eritema alcanza su punto máximo entre 6 y 24 horas después de la exposición, y en los casos en los que la quemadura sea grave se pueden producir vómitos, fiebre, cefalea e incluso colapso circulatorio.

Su prevención es muy importante, ya que se ha comprobado que está relacionada con el desarrollo de cáncer de piel (Garrote y Bonet, 2003; Azcona, 2005; Jansen et al., 2013).

4.6.2. Insolación

La insolación o golpe de calor es un desajuste térmico del organismo que ocurre cuando se combina una sobreexposición solar junto con la deshidratación y una termorregulación insuficiente. Son causadas por la radiación IR.

Unas seis horas después de la exposición solar, la persona experimenta un aumento brusco de la temperatura corporal interna que se sostiene en el tiempo. Si la insolación es leve suele aparecer fatiga, cefalea, sudoración o calambre muscular; pero si es grave se puede producir taquicardia, pérdida de conocimiento e incluso la muerte. En los últimos casos será necesaria la intervención médica urgente (Garrote y Bonet, 2003; Alcalde, 2008; Divins, 2015).

4.6.3. Intolerancia al Sol

Ciertas alteraciones en el sistema inmunológico generan en la piel una reacción exagerada cuando se expone a la radiación solar. Dicha reacción tiene lugar mayormente en el escote, y consiste en la aparición de lesiones con ronchas, placas rojas y prurito intenso en las zonas

expuestas; que puede ir acompañado de ahogo, cefalea e incluso síncope. Aparece durante los primeros días de la exposición y es más habitual en mujeres de 25-35 años.

Su aparición puede minimizarse con la exposición solar, de manera progresiva desde la primavera, para preparar y habituar la piel al período estival (Alcalde, 2008; Alcalde, 2012).

4.6.4. Reacciones de fotosensibilidad

Las reacciones de fotosensibilidad ocurren cuando interacciona la radiación solar (mayoritariamente la radiación UVA1 o la visible) con sustancias extrañas al organismo, presentes en la piel y que han llegado a ella por vía tópica o sistémica.

Estas sustancias se consideran fotosensibilizantes (*tabla 7*) y entre ellos se encuentran los psoralenos, las esencias y productos con alcohol, los perfumes y ciertos medicamentos (Martín-Aragón, 2005; González, 2006; Esteva, 2009).

PRINCIPALES SUSTANCIAS SENSIBILIZANTES
Antibióticos: Ceftazidima, Sulfonamidas, Tetraciclinas, Ácido nalidíxico, Trimetropin, Fluorquinolonas, Clioquinol, Salicilanilidas halogenadas, Triclosán
Anticonceptivos orales
Antifúngicos: Griseofulvina, ketoconazol
Antihistamínicos: Prometazina
Agentes cardíacos: Amiodarona, Captopril
AINES: Benoxaprofeno, Naproxeno, Ketoprofeno, Ibuprofeno, AAS, Oxifenbutazona, Etofenamato, Bencidamina, Piroxicam
Agentes quimioterapéuticos: Dacarbazina, 5-Fluorouracilo, Vinblastina, Metotrexato
Agentes psiquiátricos: Fenotiazinas, Antidepresivos tricíclicos, Benzodiacepinas
Colorantes: Eosina, Azul de metileno, Rosa Bengala, Fluoresceína
Diuréticos: Furosemida, Hidroclorotiazida
Hipoglucemiantes orales: Clorpropamida, Gliburida, Tolbutamida
Perfumes: Aceites esenciales, 6-metil cumarina, Aldehído cinámico, Musk-ambrette
Plantas: Furocumarinas (psoralenos), Compositae, Carotenos
Filtros solares: PABA, Benzofenonas, Cinamatos, Derivados del alcanfor, Octocrileno, Dibenzoflmetanos
Retinoides: Isotretinoína, Etretinato
Alquitranes y derivados

Tabla 7: Principales sustancias sensibilizantes (adaptada de Esteva, 2009 y Sierra et al., 2015).

Según el mecanismo de acción se diferencian dos tipos de reacciones de fotosensibilidad: fototóxicas y fotoalérgicas. La misma sustancia puede provocar tanto una reacción fototóxica como fotoalérgica indistintamente (Azcona, 2005).

- Reacciones fototóxicas: consisten en un fenómeno de irritación que tiene lugar cuando la sustancia sensibilizante, que se encuentra en la piel, absorbe cierta longitud de onda de la radiación solar y, a causa de ello, se generan ERO, peróxido y calor en las células cutáneas. Son más habituales que las reacciones fotoalérgicas y están relacionadas directamente con la dosis de la sustancia sensibilizante. Se presentan inmediatamente después de la exposición y sólo en la zona expuesta a la radiación (Azcona, 2005; Esteva, 2009; Garrote y Bonet, 2010).
- Reacciones fotoalérgicas: también consisten en un fenómeno de irritación, pero en este caso debe haber un contacto previo, con la sustancia sensibilizante, para que ocurra, ya que ésta, al recibir la radiación solar, se transforma en un producto estable que se une a las proteínas de la piel, y tiene lugar una reacción antígeno-anticuerpo que genera una reacción inmunitaria. Son menos frecuentes y no dependen de la dosis de la sustancia sensibilizante. En este tipo de reacciones está involucrado el sistema inmunológico y pueden presentarse en zonas no expuestas a la radiación (Esteva, 2009; Kockler et al., 2012).

4.6.5. Lentigo solar

Más conocidas como manchas solares, son máculas, generadas por el exceso de radiación solar, que suelen localizarse en el rostro, los antebrazos, el dorso de las manos y la parte superior del tronco. Se caracterizan por ser de color marrón, con bordes definidos y sin relieve. Son comunes en personas con fototipo I-III (Alcalde, 2008).

4.6.6. Fotodermatosis idiopáticas

En este apartado se engloban las fotodermatosis de causa desconocida, muchas de las cuales se inician en la infancia y pueden alterar significativamente la vida de los niños que las padecen (Azcona, 2005).

- Erupción polimorfa lumínica (EPL): Es la fotodermatosis idiopática más común. Es transitoria y recurrente, su localización se limita a las zonas expuestas al Sol, como la cara, el escote, el cuello y los brazos. El síntoma guía es un fuerte prurito, que va acompañado de pápulas, placas o vesículas de formas variadas. Afecta, sobre todo, a mujeres con fototipos muy claros. Alrededor del 50% de los casos se manifiesta en los primeros 20 años de vida. Los brotes suelen ocurrir en primavera- verano y pueden tardar semanas en curarse, aunque, si se interrumpe la exposición solar, el tiempo se reduce a 7-15 días. Aunque la causa es desconocida, parece que la EPL implica una

inmunorreacción retardada originada por la radiación UVA en el 75% de los casos, y por la UVB en el resto. (Kindl, 2004; Azcona, 2005).

- Urticaria solar: Es una erupción cutánea de origen alérgico, caracterizada por lesiones asociadas a prurito intenso, que se localiza en zonas expuestas intensamente a la radiación solar. Aparece al poco tiempo de iniciar la exposición y cesa rápidamente cuando la persona se sitúa en la sombra. Hay una forma primaria, en la que las lesiones aparecen espontáneamente; y una forma secundaria, en la que las lesiones aparecen a causa de una fotosensibilización a medicamentos. Es una fotodermatosis poco común (Garrote y Bonet, 2003; Azcona, 2005).
- Prurigo actínico: Es una fotodermatosis muy poco común, que aparece en forma de brotes repetidos a causa de la exposición solar y de manera estacional. Se puede confundir con la EPL o con un eccema crónico, ya que las lesiones son semejantes.
- Hydroa estival y vaciniforme: Es característica de la infancia y, generalmente, desaparece a los 20 años de edad. Las lesiones que caracterizan esta fotodermatosis son eritematopapulosis, y desarrollan en vesículas o ampollas purulentas que forman costra y dejan cicatriz al desaparecer. Los brotes aparecen sólo en las zonas expuestas a la radiación solar y causan malestar, fiebre y picor. Es de las menos comunes y existen dos variantes:
 - ✓ Hydroa estival: puede confundirse con el prurigo actínico.
 - ✓ Hydroa vacciniforme: puede confundirse con la protoporfiria eritropoyética, una afección caracterizada por un aumento de la protoporfirina en hematíes y plasma, cuyo síntoma principal es escozor tras la exposición solar en nariz, mejillas y palmas de las manos; y que presenta lesiones eritematodermatosas con prurito.
- Fotodermatosis primaveral infantil: Las lesiones aparecen en los pabellones auriculares como erupciones papuloeritematosas, que evolucionan en vesículas y ampollas, las cuales no dejan cicatriz al desaparecer (Azcona, 2005).

4.6.7. Dermatoheliosis o fotoenvejecimiento

Uno de los efectos perjudiciales más importantes y común derivado de la radiación solar es la aceleración de la dermatoheliosis, más conocido como fotoenvejecimiento cutáneo. Se considera a la radiación UVA como la principal responsable debido a que penetra profundamente en la dermis. Se caracteriza por la aparición de arrugas, atrofia, telangiectasias (arañas vasculares), elastosis (elasticidad reducida), pigmentación irregular, xerosis y pérdida del tono de la piel. Además las fibras de colágeno pierden la capacidad de fijar el agua a la piel

provocando flacidez cutánea, y la piel tiene aspecto rugoso y engrosado a causa de la hiperqueratinización. Las personas con fototipos más bajos son más propensas a sufrirlo. (González, 2003; Azcona, 2005; Lan et al., 2019).

4.6.8. Melasma

Se trata de manchas simétricas pardogrisáceas que se presentan en frente, mejillas y labio superior de las embarazadas. Son debidas al cambio hormonal y suelen desaparecer tras el parto, pero empeoran con la exposición solar. Es recomendable la aplicación de un despigmentante junto con un fotoprotector con alto FPS (Esteva, 2009).

4.6.9. Queratosis actínica

Es una lesión precancerosa de la piel producida por una larga exposición solar. Se consideran marcadores de fotodaño crónico en la piel y son lesiones planas y escamosas, que evolucionan a una superficie dura que parece una verruga. Si no se tratan pueden transformarse en un carcinoma espinocelular. Se asocian con el sexo masculino, la piel sensible al Sol, la edad avanzada, la inmunosupresión prolongada y la exposición solar intensa durante toda la vida (Alcalde, 2008; Young, Claveau y Rossi, 2017).

4.6.10. Fotocarcinogénesis

La radiación UVB produce mutaciones en el gen p53 y en el ADN de los melanocitos y los queratinocitos, que pueden dar lugar a queratosis actínicas, carcinomas epidérmicos o melanomas (Azcona, 2005).

Se exponen, a continuación, los dos tipos de cáncer, causados por las radiaciones solares, más conocidos y comunes: el melanoma y el cáncer de queratinocitos.

- Melanoma: esta palabra proviene del griego: melas, «negro» y oma, «tumor». Es, por tanto, un tumor cutáneo oscuro, a causa de la melanina, originado por los melanocitos. Los melanomas se suelen originar en la piel; en el torso en el caso de los hombres, y en las piernas en el caso de las mujeres. Pero a veces pueden originarse en el recto de la vagina, la mucosa de la boca o la capa coroides del ojo (Esteva, 2009).
- Cáncer de queratinocitos: es el tipo de cáncer más común en el mundo y se observa mayormente en personas de piel clara. La causa principal es la radiación UV, y generalmente se presenta en el cuello y la cabeza (Young, Calveau y Rossi, 2017).

4.6.11. Alteraciones oculares

Las radiaciones UV pueden generar ciertas complicaciones sobre el tejido ocular.

- Complicaciones a corto plazo: fotoqueratoconjuntivitis autolimitada
- Complicaciones a largo plazo: pterigio, pinguécula, queratopatía climática por gotitas, formación de cataratas corticales y algunos tipos de melanomas oculares.

La retina no es alcanzada por la radiación UV, pero la luz visible azul puede incrementar el riesgo de padecer degeneración macular. Debido a ello es importante el uso de gafas de Sol, sobre todo en niños. En el caso de los ojos, a diferencia de la piel, la máxima intensidad de la radiación UV tiene lugar cuando ésta es paralela al ojo, durante la mañana o la tarde (Jansen et al., 2013).

4.7. Tipos de filtros solares

Los filtros solares son los componentes activos de los fotoprotectores, cuya función principal es proteger frente a las radiaciones solares, generalmente la UVA y la UVB, y en algunos casos también la IR. Con ellos se intentan prevenir los efectos perjudiciales del Sol. Al ser diferentes en composición y características fisicoquímicas, presentan diferentes mecanismos de acción. Atendiendo a este criterio se clasifican en físicos, químicos o biológicos (Bernabéu, 2006; Bernabéu, 2007; Garrote y Bonet, 2008).

4.7.1. Filtros físicos

Son pigmentos minerales, de naturaleza inorgánica, inertes y atóxicos que actúan desviando, reflejando y/o dispersando todo el espectro de la radiación solar sin interacción química entre el filtro solar y la radiación. Por ello se les conoce también con el nombre de pantallas solares. Al no ser específicos frente a ningún tipo de radiación ofrecen un alto nivel de protección.

Son fotoestables, muy resistentes al agua y no producen ninguna reacción de sensibilidad, ya que no atraviesan el estrato córneo de la piel y no se absorben a nivel sistémico, si no que se acumulan en los orificios pilosebáceos, donde forman una capa. Sus características los hacen altamente tolerantes, razón por la cual son los más recomendables durante la infancia.

Los más utilizados son el dióxido de titanio, el óxido de zinc y la mica, aunque también pertenecen a este grupo el talco, el óxido de hierro, el mica-titanio, el mica-óxido de hierro y los silicatos, como el caolín.

Antes tenían el inconveniente de que, al aplicarlos, dejaban sobre la piel una capa blanquecina antiestética. Pero actualmente se formulan como polvo micronizado, de manera que son transparentes a la luz visible, y por tanto a la vista, pero siguen ofreciendo la misma protección (Font, 2001; Bernabéu, 2006; Esteva, 2009; Alonso, 2013).

4.7.2. Filtros químicos

Se trata de compuestos orgánicos aromáticos conjugados capaces de absorber la radiación solar, de cierta longitud de onda, y transformarla en otro tipo de energía, con distinta longitud de onda, que sea inocua para la piel. De esta manera se protegen los tejidos, ya que la radiación no los alcanza.

Según la longitud de onda que la molécula pueda absorber se clasifican en:

- Filtros selectivos para la radiación UVA: benzofenonas, merxil SX, derivados del dibenzilmetano y octitriazol.
- Filtros selectivos para la radiación UVB: ácido para-amino benzoico (PABA) y sus derivados, salicilatos, cinamatos, derivados del alcanfor y benzimidazoles.

A diferencia de los filtros físicos, los químicos pueden dar lugar a reacciones de fotosensibilidad o dermatitis de contacto. Por ello no se aconseja su aplicación en niños. Aun así se suelen incluir en los fotoprotectores, ya que presentan muy buenas propiedades cosméticas.

Normalmente se combinan diferentes filtros para cubrir el mayor espectro de absorción posible y proteger la piel, eficazmente, tanto de la radiación UVA como de la UVB (Azcona, 2005; Bernabéu, 2007; Garrote y Bonet, 2008; Esteva, 2009).

4.7.3. Filtros biológicos

No son realmente filtros solares, ya que no absorben, desvían, reflejan ni dispersan la radiación solar. Son moléculas de origen natural con actividad antioxidante que secuestran ERO y potencian el sistema inmunológico cutáneo. Neutralizan los efectos perjudiciales de la radiación solar, ya que eliminan las ERO antes de que lleguen a las células evitando los daños en el ADN, e incluso tienen la capacidad de reparar los daños producidos por el Sol. También mejoran el aspecto y la elasticidad de la piel (Azcona, 2008; Esteva, 2009; Kockler et al., 2012).

Los que más se utilizan son la vitamina C (ácido ascórbico), la vitamina E (tocoferol), la vitamina A y sus derivados. Se incorporan como aceite de oliva, de sésamo, de germen de trigo, de aguacate o extractos de aloe vera, caléndula o cáscara sagrada. Son coadyuvantes de los filtros físicos y químicos, pero no los sustituyen (Kockler et al., 2012; Jansen et al., 2013).

4.8. Resistencia al agua

Los fotoprotectores resistentes al agua permanecen sobre la piel después de que ésta entre en contacto con el agua, ya sea la del mar, la de la piscina o el propio sudor. Para conseguir esta característica es necesario que la formulación incluya filtros UV que se fijen bien a la capa córnea, excipientes lipófilos y vehículos hidrófobos, como siliconas o sustancias filmógenas (Azcona, 2003; Kindl, 2004; Alcalde, 2008).

En la etiqueta del envase se pueden encontrar dos términos diferentes: *water resistant* o *waterproof*.

4.8.1. *Water resistant*

Los fotoprotectores que incluye en su etiqueta la palabra *water resistant* indican que son resistentes al agua, es decir, que tras un baño de 40 minutos o dos baños de 20 minutos cada uno, separados por un descanso de otros 20 minutos, conservan como mínimo el 70% de la capacidad protectora indicada en el etiquetado (Divins, 2004; Alcalde, 2008).

4.8.2. *Waterproof*

En cambio, la palabra *waterproof* indica que el producto es impermeable al agua, es decir, que tras una inmersión de 80 minutos o cuatro inmersiones de 20 minutos cada una, con tres períodos de descanso de otros 20 entre cada una, es capaz de conservar como mínimo el 70% de la capacidad protectora indicada en la etiqueta. Son los fotoprotectores más recomendados en niños, ya que suelen entrar y salir del agua muy a menudo (Centelles, 2001; Azcona, 2003; Divins, 2004).

4.9. Fotoprotectores biodegradables

Ciertos ingredientes de los fotoprotectores pueden ser perjudiciales para el desarrollo de la vida marina, como los peces, los corales o los erizos de mar. Se han encontrado tanto en agua dulce como salada, y en altas concentraciones cerca de las playas. Por ello, actualmente, se encuentran en desarrollo nuevas sustancias biodegradables que no dejen rastro en la naturaleza y sean respetuosas con el medio ambiente (Whiteman et al, 2019).

4.10. Postsolares

Los preparados postsolares, también conocidos como *aftersun*, se aplican después de la exposición a las radiaciones solares con la intención de minimizar los efectos perjudiciales del Sol sobre la piel. Deben hidratar, para recuperar el manto hidrolipídico de la piel, refrescar y calmar la superficie cutánea, además de penetrar en ella para llevar a cabo mecanismos antioxidantes y antirradicalarios. Lo ideal es que su textura sea ligera y refrescante para que transmitan sensación de bienestar (Divins, 2002; Alcalde, 2008; Melero e Ibáñez, 2013).

Para reducir el eritema, la irritación y la inflamación pueden incluir extractos vegetales de sauco, caléndula, manzanilla, regaliz o gel de aloe vera, que también son hidratantes, calmantes y nutritivos. La epitelización y la cicatrización pueden verse favorecidas por los extractos

vegetales de centella asiática, hipérico, aguacate y sustancias emolientes como el pantenol o la alantoína. Y el aceite de rosa mosqueta, de onagra y de borraja, los derivados de la vitamina E y las fracciones insaponificables de karité o maíz aportan propiedades regeneradoras y antirradicalarias. También pueden incorporar sustancias reafirmantes, activadoras del bronceado o pigmentos que potencien el tono bronceado de la piel. (González, 2003; Alcalde, 2008; Garrote y Bonet, 2010).

4.11. Consejos y recomendaciones desde la Oficina de Farmacia

De manera general, la población recibe recomendaciones que dictan los organismos internacionales (Garrote y Bonet, 2010). El Farmacéutico tiene un papel muy importante en la educación y el asesoramiento del uso racional del Sol y la fotoprotección, ya que puede aconsejar unos hábitos de protección solar efectivos y adecuados, y recomendar el fotoprotector más conveniente para cada persona (Azcona, 2005).

A continuación se exponen los consejos y recomendaciones más importantes:

- Aplicar el fotoprotector unos 20-30 minutos antes de la exposición solar (Melero e Ibáñez, 2013).
- Reaplicar el fotoprotector cada 2 horas y después de cada baño, ya que el sudor, el agua y el roce con la toalla o la arena arrastran parte del producto, además los filtros químicos pierden eficacia al absorber radiación solar (Alcalde, 2012; Whiteman et al., 2019).
- Evitar las exposiciones prolongadas, sobre todo los primeros días, ya que la piel tolera cierta cantidad máxima de Sol al día. Iniciar las exposiciones progresivamente y nunca olvidar que el bronceado no aporta protección suficiente frente a las radiaciones solares (Alcalde, 2012; Melero e Ibáñez, 2013; López, 2015).
- Los días nublados y ventosos también ha de usarse fotoprotector, ya que la radiación UV atraviesa las nubes en un 80% y el viento incrementa la acción de los rayos solares (Melero e Ibáñez, 2013; López, 2015).
- Evitar la exposición solar durante las horas centrales del día, entre las 11 y 16 horas, ya que son las de mayor intensidad de radiación solar y se corre el riesgo de sufrir una insolación. Si es inevitable ha de utilizarse un fotoprotector con FPS elevado (Garrote y Bonet, 2010; López, 2015).
- Para que la fotoprotección sea completa, la aplicación del fotoprotector, se ha de acompañar con el uso de ropa, sombreros o gorras, gafas de sol homologadas y protector labial (López, 2015, Azcona, 2009).

- Tener en cuenta que es necesario el uso de fotoprotector incluso a la sombra, ya que ciertas superficies reflejan la radiación solar (López, 2015).
- Si se va consumir algún medicamento, preguntar al médico o farmacéutico si puede provocar fotosensibilidad. En caso de que así sea, se deberán extremar las medidas de protección solar (Garrote y Bonet, 2010).
- No exponer a la radiación solar directa a niños menores de 3 años, ya que sus mecanismos naturales de protección no están totalmente desarrollados, y es más fácil que sufran una insolación o quemaduras, cuyas consecuencias son más graves que en los adultos (González, 2006; Divins, 2015).
- La acción del Sol es acumulativa, por lo que hay que ser precavidos y rigurosos en la fotoprotección de los niños para preservar su capital solar el mayor tiempo posible y reducir los efectos perjudiciales en la edad adulta (Martín-Aragón, 2005; Esteva, 2009).
- La fotoprotección suele asociarse con la playa o la piscina, pero no debe olvidarse que es necesaria cuando se vaya a realizar cualquier actividad que implique la exposición solar, como realizar deporte al aire libre, ir a la montaña, pasear por la ciudad, trabajar en el campo etc. Y en cualquier época del año, incluso en invierno (Garrote y Bonet, 2010).
- Beber de manera frecuente, agua o cualquier bebida no alcohólica, para evitar la deshidratación y favorecer los mecanismos de termorregulación del organismo (Garrote y Bonet, 2010).
- Tras la exposición solar es conveniente limpiar e hidratar la piel para regenerar el manto hidrolipídico (Garrote y Bonet, 2010).
- Es conveniente acudir al dermatólogo, tras la época estival, para que realice un examen de los lunares (que pueden convertirse en melanoma), y sobre todo ante cualquier cambio en el tamaño, color o aspecto de una mancha, peca o lunar o si ello se acompaña con prurito. La regla del «ABCD» (*tabla 8*) ayuda a reconocer los síntomas de un posible melanoma (Esteva, 2009; Garrote y Bonet, 2010).
- No es conveniente utilizar el fotoprotector del año anterior, ya que los filtros químicos se degradan con el calor (Alcalde, 2012).
- Aplicar la cantidad suficiente de fotoprotector. Lo ideal son $2\text{mg}/\text{cm}^2$ de piel, es decir, la misma cantidad que se utiliza para la determinación del FPS (Alcalde, 2012).
- Extender el fotoprotector uniformemente y por todo el cuerpo. No olvidar las orejas, la nuca, el dorso de las manos, el empeine de los pies, las ingles y el interior de las rodillas (Alcalde, 2012).

- Extremar las precauciones en situaciones especiales: embarazadas, ancianos, personas con fototipo I o II, con alguna enfermedad cutánea o con antecedentes de cáncer de piel (Martín-Aragón, 2005, Alcalde, 2012).
- Tener en cuenta que un fotoprotector con FPS mayor va a proteger durante más tiempo frente a la quemadura solar, pero la absorción de la radiación UVB no va a cambiar sustancialmente, es decir, un FPS 30 protege frente a las quemaduras el doble que un FPS 15, sin embargo, un FPS 30 absorbe un 97% de la radiación UVB y un FPS 15 absorbe un 93% (COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2006).

ASIMETRÍA	Una mitad del área anormal es diferente de la otra mitad
BORDES	La lesión o tumor tiene bordes irregulares
COLOR	El color cambia de un área a otra, con tonos bronce, café o negro (algunas veces blanco, rojo o azul). Incluso una mezcla de colores puede aparecer dentro de una misma lesión
DIÁMETRO	La mancha sospechosa generalmente es mayor de 6 mm de diámetro

Tabla 8: Regla nemotécnica del «ABCD» para la identificación de un posible melanoma (Esteve, 2009).

5. CONCLUSIONES

- Actualmente los métodos de ensayo de referencia para la determinación del FPS y de la protección frente a la radiación UVA son métodos *in vivo*, lo cual plantea cuestiones éticas. Por ello, la industria debería poner a punto métodos de ensayo *in vitro* para que sean éstos los que puedan tomarse como los de referencia.
- Existe amplia evidencia de que las radiaciones solares causan efectos perjudiciales cutáneos tanto agudos como crónicos, y a lo largo de los años se ha demostrado que el uso de fotoprotectores ayuda a reducirlos y prevenirlos.
- La educación de la población respecto a la fotoprotección solar debe ser una prioridad, ya que a pesar del esfuerzo generado por parte de los especialistas, profesionales y organizaciones de la salud no se consigue crear conciencia en todas las personas.
- Los fotoprotectores deberían incluir en sus formulaciones filtros frente a las radiaciones UVC, ya que, a causa de la contaminación terrestre, la capa de ozono está disminuyendo en grosor, y dichas radiaciones podrían llegar a la Tierra.
- Sería interesante incentivar el desarrollo de la fotoprotección oral con objeto de que algún día pudiera sustituir a la fotoprotección tópica, ya que actualmente es sólo un complemento de los fotoprotectores.
- De manera general, la población se aplica menos dosis de la necesaria para alcanzar el FPS etiquetado en el fotoprotector. Una posible solución podría ser que para el cálculo del FPS se utilizara una dosis menor que la actual (2 mg/cm^2).
- Que los efectos perjudiciales a causa del Sol sean cada vez más comunes ha motivado el aumento de fotoprotectores tópicos con FPS elevado, que proporcionan una protección solar mayor y más duradera.
- La creciente preocupación de la población por adoptar medidas que protejan de la radiación solar ha causado que el mercado de la fotoprotección haya crecido considerablemente en los últimos años.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde MT. Glosario de protección solar. Sustancias y términos más comunes. OFFARM. 2008; 27(7): 52-8.
- Alcalde Pérez MT. Fotoprotección. 15 consejos para un bronceado seguro. Farmacia Profesional. 2012; 26(3): 46-50.
- Alonso V. Tema 1: La piel del bebé. Farmacia Profesional. 2013; 27(1): 44-9.
- Azcona Barbed L. Problemas de pigmentación. Tratamiento. Farmacia Profesional. 2003; 17(1): 70-6.
- Batlle C. Factor de protección solar. Criterios de elección de un fotoprotector. OFFARM. 2005; 24(6): 65-72.
- Bernabéu A. Fotoprotección pediátrica. Recomendaciones y productos específicos. OFFARM. 2006; 25(6): 59-67.
- Bernabéu A. La necesaria fotoprotección. Productos y consejos básicos. OFFARM. 2007; 26(5): 51-6.
- Centelles i Mas P. Fotoprotección. Novedades. Farmacia Profesional. 2001; 15(6): 2-6.
- Comisión de las Comunidades Europeas. Recomendación de la Comisión de 22 de septiembre de 2006 relativa a la eficacia de los productos de protección solar y a las declaraciones sobre los mismos. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea; 2006. Notificada con el número C(2006) 4089.
- Díaz Llorca I. Fototipos de piel: ¿Cuál es el tuyo? 2006 [en línea]. [Consultado en agosto de 2019]. Disponible en: <http://blog.pharmahero.com/fototipos-de-piel/>
- Divins Triviño MJ. Líneas solares. Piel y cabello protegidos. Farmacia Profesional. 2002; 16(6): 44-52.
- Divins Triviño MJ. Protección solar. Piel sana y salva. Farmacia Profesional. 2004; 18(5): 36-42.
- Divins MJ. Fotoprotectores. Farmacia Profesional. 2011; 25(4): 30-5.
- Divins MJ. Productos para la protección solar. Farmacia Profesional. 2013; 27(3): 20-5.
- Divins MJ. Protección solar y bronceado. Farmacia Profesional. 2015; 29(3): 24-8.
- Esteva E. Fotoprotección. Consejos, precauciones y productos solares. OFFARM. 2005; 24(5): 64-72.

- Esteva E. Protección solar y melanoma. *Ámbito de acción de la farmacia*. Of. 2009; 28(5): 73-80.
- Font E. Fotoprotección infantil. *OFFARM*. 2001; 20(6): 87-94.
- Garrote A, Bonet R. Consejo farmacéutico sobre fotoprotección. *OFFARM*. 2002; 21(5): 78-88.
- Garrote A, Bonet R. La protección solar en las personas maduras. *OFFARM*. 2003; 22(6): 62-8.
- Garrote A, Bonet R. Fotoprotección. Factores de protección y filtros solares. *OFFARM*. 2008; 27(5): 64-72.
- Gilaberte Y, González S. Update on Photoprotection. *Actas Dermosifiliogr*. 2010; 101(8): 659–72.
- Gómez Ayala AE. Fotoexposición y enfermedad. Lesiones hiperpigmentadas. *Farmacia Comunitaria*. 2008; 22(7): 37-41.
- González Bosquet L. Los efectos nocivos de la radiación solar y la forma de combatirlos. *OFFARM*. 2003; 22(5): 68-76.
- González Bosquet L. Exposición solar. Beneficios, riesgos y prevención. *OFFARM*. 2006; 25(5): 48-54.
- Jansen R, Wang SQ, Burnett M, Osterwalder U, Lim HW. Photoprotection. Part I. Photoprotection by naturally occurring, physical, and systemic agents. *J Am Acad Dermatol*. 2013; 69(6): 853.e1-853.e12.
- Kindl G. Cómo elegir un fotoprotector. Pautas y consejos. *Farmacia Profesional*. 2004; 18(8): 49-56.
- Kockler J, Oelgemöller M, Robertson S, Glass BD. Photostability of sunscreens. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*. 2012; 13(1): 91– 110.
- Lan C-CE, Hung Y-T, Fang A-H, Wu C-S. Effects of irradiance on UVA-induced skin aging. *Journal of Dermatological Science* . 2019, 94(1): 220-8.
- López Luengo MT. Fitoterapia y protección solar. *Farmacia Profesional*. 2015; 29(3): 29-31.
- Magaluf A. Fotoprotección ocular. Eficacia y seguridad. *Farmacia Profesional*. 2004; 18(6): 56-60.
- Marín D, del Pozo A. Pigmentación de la piel (I). Melaninas: conceptos generales e implicaciones cosméticas. *OFFARM*. 2005; 24(1): 116-8.
- Martín-Aragón S. Preparación para el bronceado. Complementos nutricionales. *Farmacia Profesional*. 2005; 19(4): 66-72.

- Melero R, Ibáñez D. Tema 6: Piel sana. Farmacia Profesional. 2013; 27(6): 43-7.
- Mora Ochoa M, Olivares Savignon AR, González Gross M, Castro Mela I. The sun: enemy of our skin? MEDISAN. 2010; 14(6): 825-37.
- OpenStax College, Anatomy & Physiology. OpenStax College. 25 April 2013. <<http://cnx.org/content/col11496/latest/>>.
- Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante. Índice UV solar mundial. Guía práctica. Munich; 2003. NLM classification: QT 162.U4.
- Pons L. Agresión UVA: feomelanina y actividad catalasa. Pigmentación melánica. OFFARM. 2006; 25(7): 91-2.
- Refresh Medical Center. Cómo afectan los rayos UV nuestra piel. 2018 [en línea]. [Consultado en julio de 2019]. Disponible en: <http://refreshmedicalcenter.com/blog-refresh/como-afectan-los-rayos-uv-nuestra-piel/>
- Sachdeva S. Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology. Indian J Dermatol Venereol Leprol. 2009; 75(1): 93-6.
- Sambandan DR, Ratner D. Sunscreens: An overview and update. J Am Acad Dermatol. 2011; 64(4): 748-58.
- Smijs TG, Pavel S. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: focus on their safety and effectiveness. Nanotechnology, science and applications. 2011; 4: 95-112.
- Sierra Talamantes C, Zaragoza Ninet V, Esteve Martínez A, Fornés Pujalte B, Palomar Llatas F. Reacciones de fotosensibilidad de origen exógeno: fototoxia y fotoalergia. Enferm Dermatol. 2015; 9(26): 10-8.
- Whiteman DC, Neale RE, Aitken J, Gordon L, Green AC, Janda M et al. When to apply sunscreen: a consensus statement for Australia and New Zealand. Australian and New Zealand Health. 2019; 43(2): 171-5.
- Young AR, Claveau J, Rossi AB. Ultraviolet radiation and the skin: Photobiology and sunscreen photoprotection. J Am Acad Dermatol. 2017; 76 (3): S100-S9.